



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 43 01 435 C 2

⑤1 Int. Cl. 6:
F 16 M 7/00
F 16 M 9/00
B 23 Q 1/00
B 23 Q 1/25
F 16 C 29/00

②1 Aktenzeichen: P 43 01 435.6-26
②2 Anmeldetag: 20. 1. 93
④3 Offenlegungstag: 21. 7. 94
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 19. 1. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Deutsche Star GmbH, 97424 Schweinfurt, DE

⑦4 Vertreter:

Weickmann, H., Dipl.-Ing.; Fincke, K., Dipl.-Phys.
Dr.; Weickmann, F., Dipl.-Ing.; Huber, B.,
Dipl.-Chem.; Liska, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Prectel,
J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Böhm, B., Dipl.-Chem.Univ.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 81679 München

⑦2 Erfinder:

Albert, Ernst, 8729 Sand, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 37 42 698 C1
DE 39 42 420 A1
DE 36 18 075 A1
DE 35 27 886 A1
DE 27 40 960 A1
US 47 43 124

RÖMPP: Chemie Lexikon, 8. Auflage, 1987, S. 3296;
Deutsche Star GmbH, Star-Katalog »Das Linear
Programm«;

⑤4 Verfahren und Einrichtung zur positionsjustierten Montage einer für die Linearführung eines
Objektträgerwagens einer Werkzeugmaschine oder dergleichen bestimmten Linearführungsschiene auf einer
Basisseinheit

DE 43 01 435 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur positionsjustierten Montage einer für die Linearführung eines Objektträgerwagens einer Werkzeugmaschine oder der gleichen bestimmten Linearführungsschiene auf einer Basiseinheit, wobei diese Linearführungsschiene parallel zu ihrer Längsachse verlaufend wenigstens eine Führungsfläche zur rollenden Führung des Objektträgerwagens, insbesondere mindestens zwei Führungsflächen für endlose Rollkörperumläufe des Objektträgerwagens, aufweist.

Des weiteren betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur positionsjustierten Montage einer Linearführung eines Objektträgerwagens einer Werkzeugmaschine entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 18.

Aus einer Druckschrift der Anmelderin Deutsche Star GmbH mit der Bezeichnung: STAR Katalog "Das Linear-Programm" sind Montage- und Einbauhinweise zum Anbringen von Linearführungsschienen an einer Basiseinheit bekannt. Nach Punkt 2.1., Seiten 12—14, 29 dieser Druckschrift werden Linearführungsschienen dadurch an einer aus Stahl bestehenden Grundplatte einer Basiseinheit befestigt, daß die Linearführungsschienen mit einer Fußfläche auf eine Auflagefläche der Grundplatte gelegt und mit einer der Fußfläche benachbarten Seitenfläche gegen eine seitliche Anschlagfläche der Grundplatte angedrückt werden. Das Andrücken erfolgt dabei mittels einer Klemmleiste, welche durch Schrauben in Richtung senkrecht zur seitlichen Anlagefläche verstellbar ist und auf eine der Seitenfläche der Linearführungsschiene gegenüberliegende Seitenfläche drückt. Nach erfolgtem Andrücken der erstgenannten Seitenfläche der Linearführungsschiene an die seitliche Anlagefläche der Grundplatte wird die Linearführungsschiene mittels sie durchsetzender Befestigungsbolzen gegen die Auflagefläche der Grundplatte angezogen. Für den Fall von "Führungsschienen ohne Seitenfixierung" ist erwähnt, daß diese über eine Hilfsleiste gerade und parallel ausgerichtet werden können.

Dieses bisher bekannte Verfahren setzt voraus, daß die Grundplatte der Basiseinheit mit hoher Präzision bearbeitet ist, d. h. mit einer Präzision, welche der geforderten Präzision des Soll-Verlaufs der Linearführungsschiene entspricht, wobei vorausgesetzt wird, daß die Linearführungsschiene bezüglich ihrer eigenen Fertigungstoleranzen ebenfalls der geforderten Präzision des Soll-Verlaufs entspricht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Einrichtung der eingangs bezeichneten Art anzugeben, bei dem dann, wenn die Bearbeitungspräzision der Basiseinheit oder/und die Bearbeitungspräzision der Linearführungsschiene nicht der Präzision des geforderten Soll-Verlaufs entspricht, dennoch zumindest eine Annäherung an diesen Soll-Verlauf erreicht werden kann.

Unter Soll-Verlauf der Linearführungsschiene wird dabei ein Verlauf verstanden, welcher dafür sorgt, daß ein auf der Führungsfläche bzw. den Führungsflächen der Linearführungsschiene geführtes Führungselement eine bestimmte Soll-Bahn durchläuft.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß vorgesehen, daß die — bedarfsweise unter elastischer Verformung der Linearführungsschiene erfolgende — Justierung der Linearführungsschiene nach Maßgabe der Vermessung wenigstens eines Meßpunkts erfolgt, welcher auf einem Führungselement angebracht ist und mittels dieses Füh-

rungselements während des Justiervorgangs an der Führungsfläche in Richtung der Längsachse in einer der betriebsmäßigen Führung des Objektträgerwagens entsprechenden Weise verstellbar ist.

Die Lösung der Aufgabe hinsichtlich der Einrichtung erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 18.

Bei einem solchen Verfahren erfolgt die Justierung der Linearführungsschiene nach Maßgabe der Vermessung der Abweichungen des tatsächlichen Verlaufs der Bahn des Führungselements von einem vorgegebenen Soll-Bahnverlauf. Hierdurch ist es einerseits möglich, durch das Justieren in Annäherung an den Soll-Verlauf auch Fehler auszugleichen, die von der Herstellung, der Lagerung oder dem Transport der Linearführungsschienen herrühren; andererseits kann bei einer durch die Einwirkung der Justiermittel bedingten Verformung, insbesondere elastischen Verformung, der Linearführungsschiene (insbesondere wenn diese eine große Länge und damit einen entsprechenden Schlankheitsgrad besitzt) der Soll-Verlauf in seiner Präzision sogar über die Präzision der Führungsschienenfertigung hinaus erhöht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere anwendbar zum Verlegen von Linearführungsschienen, wie sie aus der oben zitierten Druckschrift der Deutsche Star GmbH bekannt sind. Dort handelt es sich um Profilschienen mit einer Bodenfläche, einer Kopffläche und zwei Seitenflächen, wobei in den kopfflächennahen Bereichen der Seitenflächen die Führungsflächen für einen U-förmigen Führungswagen angeordnet sind. Auf diesen Führungsflächen ist der Führungswagen, oder allgemeiner gesagt das Führungselement, durch eine Mehrzahl von endlosen Kugelläufen geführt, deren tragende Kugeln einerseits mit den Führungsflächen an der Linearführungsschiene und andererseits mit Laufbahnen am Führungswagen in Eingriff stehen. Angrenzend an die Fußfläche sind die Führungsschienen bei dieser Ausführungsform mit Anlageflächen ausgeführt, die der seitlichen Festlegung an der jeweiligen Basiseinheit dienen können.

Denkt man nun als Beispiel an eine Linearführungsschiene mit einem Querschnitt wie soeben erläutert, so liegen an den beiden Seitenflächen je zwei Führungsflächen für Kugeln oder Rollen eines Führungswagens. Es bereitet keine großen Schwierigkeiten, diese beiden Führungsflächen auf jeder Seite der Linearführungsschiene in exaktem Abstand zueinander herzustellen, weil diese Herstellung in der Regel durch ein Verbundwerkzeug mit auf festen Abstand eingestellten Bearbeitungswerkzeugen erfolgt. Sehr viel schwieriger ist es aber, insbesondere bei großen Längen der Linearführungsschiene, den Abstand dieser Führungsflächen von der Fußfläche konstant zu halten. Dies kann dazu führen, daß eine Linearführungsschiene zwar mit ihrer Kopffläche einen exakten geradlinigen Verlauf besitzt, daß aber gleichwohl ein auf dieser Linearführungsschiene geführtes Führungselement im Falle der Verschiebung längs der Linearführungsschiene eine von der Geraden abweichende Bahn beschreibt, weil nämlich die Führungsflächen in ihrem Höhenabstand gegenüber der Fußfläche und der Kopffläche variieren. Nimmt man nun bei der Vermessung der Linearführungsschiene das Maß für die Abweichungen vom Soll-Verlauf von einem Meßpunkt an dem Führungselement, so hat man Gewähr dafür, daß Abweichungen dieses Meßpunkts des Führungselements von einer geradlinigen Soll-Laufbahn ermittelt werden und danach auch korrigiert werden. Auf diese Weise gelangt man zu einem hochpräzi-

sen geradlinigen Verlauf der Laufbahn des Führungselements selbst dann, wenn in der Linearführungsschiene Fertigungsfehler der vorstehend diskutierten Art auftreten.

Wenn hier festgestellt wird, daß ein Meßpunkt eines Führungselements zur Vermessung herangezogen werden soll, so kann es sich bei dem Führungselement um einen Objektträgerwagen handeln, wie er später im Arbeitsbetrieb zur Führung eines Objekts auf der Linearführungsschiene verwendet wird. Es kann sich jedoch auch um ein ausschließlich für Vermessungszwecke konstruiertes Führungselement handeln. Notwendig ist nur, daß dieses für Vermessungszwecke dienende Führungselement durch die Führungsflächen in gleicher Weise geführt ist, wie die später im Arbeitsbetrieb auf der Linearführungsschiene laufenden Objektträgerwagen, die zur Führung des Objekts eingesetzt werden.

Im Verlauf eines Vermessungsvorgangs kann man das Führungselement in verschiedene Positionen längs der Linearführungsschiene bringen und damit nach und nach über die ganze Länge Abweichungen vom Soll-Verlauf ermitteln. Dabei ist es denkbar, nach Vermessung in einzelnen Längspositionen Justierungen vorzunehmen. Vorteilhafterweise wird man aber die Vermessung in einzelnen Positionen unmittelbar nacheinander durchführen und notieren und dann anhand der so gewonnenen Mehrzahl von Meßwerten unter Zugrundelegung entsprechender Erfahrungswerte die Justierung vornehmen.

Zur Vermessung können übliche Meßmethoden, insbesondere optische und vorzugsweise laser-optische Vermessungsmethoden, eingesetzt werden.

Beim Verlegen einer Linearführungsschiene auf einer Basiseinheit kommt es häufig auf einen exakten Soll-Verlauf (wie oben definiert) in mehreren Ebenen an. Linearführungen der hier betrachteten Art werden beispielsweise in hochpräzisen Werkzeugmaschinen und Meßeinrichtungen benötigt, und es ist ohne weiteres einzusehen, daß bei solchen Anwendungen eine hohe Präzision des Soll-Verlaufs (wie oben definiert) notwendig ist. Erfindungsgemäß wird daher weiter vorgeschlagen, daß die Linearführungsschiene in zwei zueinander senkrechten Richtungen justiert wird, so daß es möglich ist, diese geforderte hohe Präzision des Soll-Verlaufs in zwei zueinander senkrechten, die Längsachse der Linearführungsschiene enthaltenden Ebenen zu erreichen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere zur positionsjustierten Montage einer Führungsschiene geeignet, welche mit mindestens einer, vorzugsweise mindestens zwei Führungsflächen für endlose Rollkörperumläufe des Objektträgerwagens ausgeführt ist.

Aus der DE 39 42 410 A1 ist es bekannt, bei einem Maschinenfundament mit einer Mehrzahl von Auflagern für Maschinenfüße den Zwischenraum zwischen einer Stützplatte des Auflagers und einem relativ zu dieser Stützplatte höhenverstellbaren Auflagerblock nach der Höhenausrichtung der Maschine mit einer Vergußmasse auszugießen, um den Auflagerblock zu fixieren. Hiervon ausgehend wird in Weiterbildung des Erfindungsgedankens vorgeschlagen, daß die Linearführungsschiene auf der Basiseinheit an einer Mehrzahl von in Richtung ihrer Längsachse beabstandeten Justierstellen durch Justiermittel an einen Soll-Verlauf angenähert und vorfixiert wird und daß die Linearführungsschiene sodann unter Ausgießen mindestens eines durch die Basiseinheit und einen Stützbereich der Linearführungsschiene begrenzten Freiraums mit einem härtbaren Füllmittel und anschließendem Härten dieses

Füllmittels endgültig an der Basiseinheit fixiert wird.

Hierbei ergibt sich der Vorteil, daß die Erzielung des Soll-Verlaufs nicht an eine besonders hohe Bearbeitungspräzision der Basiseinheit gebunden ist. Die Basiseinheit kann relativ roh bearbeitet sein und auch aus unkonventionellen Werkstoffen bestehen.

Obwohl die Linearführungsschiene zunächst nur in einzelnen Justierstellen durch Justiermittel festgelegt wird, die den gewünschten Soll-Verlauf ergeben, ist durch die nachfolgende Verfüllung von Freiräumen mit dem härtbaren Füllmittel eine ausreichend stabile Abstützung der Linearführungsschiene an der Basiseinheit gewährleistet. Dies gilt insbesondere für den Fall, daß Freiräume mit Füllmittel gefüllt werden, welche sich im wesentlichen über die Gesamtlänge der Linearführungsschiene erstrecken und somit eine gleichmäßige Anlage der Linearführungsschiene über deren gesamter Länge in mindestens einer Abstützungsrichtung gewährleisten. Selbstverständlich müssen von dem jeweils zum Einsatz kommenden Füllmittel Druckfestigkeitswerte gefordert werden, welche ausreichen, um die Linearführungsschiene unter den im Betrieb zu erwartenden Führungskräften an der Basiseinheit starr festzulegen. Die Erfüllung dieser Forderung läßt sich aber mit herkömmlichen Füllmitteln angesichts der relativ geringen Flächenpressungen jedenfalls dann leicht erreichen, wenn die Linearführungsschiene an der Basiseinheit im wesentlichen über die gesamte Länge in der jeweiligen Stützungsrichtung abgestützt ist. Die Füllmittel können mit beliebigen Bewehrungsmitteln befrachtet sein, sofern nur sichergestellt ist, daß die Bewehrungsmittel den Einfluß des Füllmittels in die unter Umständen sehr engen Freiräume nicht behindern. Weiterhin muß bei der Auswahl der Füllmittel darauf geachtet werden, daß diese bei der Aushärtung einer möglichst geringen Schrumpfung unterliegen.

Als härtbare Füllmittel kommen insbesondere Kunstharze, und zwar vorzugsweise aushärtbare Kunstharze, wie Epoxidharz in Frage.

Die Justiermittel können, müssen aber nicht verlorene Justiermittel sein, die auch nach dem Ausfüllen der Freiräume, d. h. nach dem endgültigen Festlegen der Linearführungsschiene im Verbund mit der Basiseinheit und der Linearführungsschiene als zusätzliche Fixierungsmittel verbleiben. Ist vorgesehen, daß die Justiermittel für den Betrieb im Verbund mit der Basiseinheit und der Linearführungsschiene verbleiben, so besteht die vorteilhafte Möglichkeit, die Justiermittel durch das gehärtete Füllmittel in ihrer dem Soll-Verlauf der Linearführungsschiene entsprechenden erreichten Fixierstellung zu fixieren. Sind die Justiermittel beispielsweise unter Verwendung von Stellgewinden ausgebildet, so kann durch das erhärtete Füllmittel sichergestellt werden, daß eine unbeabsichtigte Verstellung in den Gewinden unterbleibt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist mit besonderem Vorteil anwendbar, wenn der Stützbereich der Linearführungsschiene in der Basiseinheit eingebettet wird, beispielsweise dann, wenn in der Basiseinheit zur Aufnahme eines Fußes einer Linearführungsschiene eine nach oben offene Nut bereitsteht. Diese Nut kann dann nach Einsetzen und Ausrichten der Linearführungsschiene in ihrem von dem Fuß der Linearführungsschiene frei gelassenen Restvolumenbereich vollständig ausgefüllt werden, so daß eine zweiseitige Abstützung durch das erhärtete Füllmittel gegenüber den Seitenwänden der Nut, unter Umständen aber auch eine dreiseitige Abstützung gewährleistet ist, nämlich einerseits

an den beiden Seitenflächen der Nut, aber auch zwischen dem Boden der Nut und der Bodenfläche der Linearführungsschiene. Man erkennt an diesem Beispiel besonders deutlich, daß es auf eine besonders präzise Bearbeitung der Nut in der Basiseinheit dabei nicht mehr ankommt. Die Nut kann grob bearbeitet, z. B. grob gefräst, sein, wenn die Basiseinheit im Bereich der Anbringung der Linearführungsschiene eine Stahlplatte ist. Es bestehen aber auch noch andere Möglichkeiten, auf die noch einzugehen sein wird.

Bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden insbesondere Justiermittel verwendet, welche eine Justierung der Linearführungsschiene in mindestens einer zur Längsachse der Linearführungsschiene senkrechten Justierrichtung, vorzugsweise aber in zwei zueinander im wesentlichen senkrechten Justierrichtungen gestatten.

Daneben ist es nach dem erfindungsgemäßen Verfahren auch möglich, durch Einsatz entsprechender Justiermittel eine Winkeljustierung der Linearführungsschiene um die Längsachse oder eine zur Längsachse parallele Achse vorzunehmen.

Es wurde oben bereits erwähnt, daß man bezüglich der Festigkeitseigenschaften und der Bearbeitungspräzision der Basiseinheit bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens geringeren Anforderungen unterworfen ist. Es wird insbesondere möglich, eine Basiseinheit zu verwenden, welche wenigstens teilweise aus Mineralguß oder Polymerbeton besteht. Generell kommen alle gußfähigen und danach erhärtbaren Massen in Frage, welche die notwendigen Festigkeitseigenschaften besitzen und ggf. entweder mit homogen zugemischten kleinen Bewehrungsteilchen oder auch mit gezielt verlegten Bewehrungen versehen sein können. Der Hinweis auf "Mineralguß" und "Polymerbeton" ist deshalb nur beispielhaft erwähnt. Der Einsatz solcher Massen ist im Maschinenbau an sich bekannt.

Es ist ohne weiteres einzusehen, daß die Verwendung gußfähiger Massen den Aufwand an spanabhebender Bearbeitung wesentlich reduziert im Vergleich zu Basiseinheiten, die einstückig oder auch mehrteilig aus Stahl hergestellt sind. Daneben bringt die teilweise oder vollständige Herstellung der Basiseinheit aus erhärtbaren Gußmassen, wie Mineralguß oder Polymerbeton, interessante Eigenschaften hinsichtlich Schwingungsdämpfung. Die Schwingungsdämpfungseigenschaften einer Linearführung auf einer Basiseinheit aus Polymerbeton sind wesentlich besser als die Schwingungsdämpfungseigenschaften einer Basiseinheit aus Stahl. Auch die besseren Wärmedämmungseigenschaften von Mineralguß und Polymerbeton können unter Umständen mit Vorteil verwendet werden. Es sei daran erinnert, daß der Wärmezufluß zu den Linearführungsschienen gedämmt werden muß, insbesondere dann, wenn im Bereich der Basiseinheit Wärme anfällt, beispielsweise durch Montage von elektrischen Antriebseinheiten zur Bewegung des jeweiligen Objekts im Bereich der Basiseinheit.

Insbesondere werden Basiseinheiten in Betracht gezogen, die mit einer schienennahen Schicht aus Polymerbeton oder Mineralguß ausgeführt sind, wobei diese Schicht die schienennahe Fläche der Basiseinheit ganz oder teilweise bedecken kann. Auf diese Weise werden die vorteilhaften Eigenschaften von stahlgefertigten Basiseinheiten mit den vorteilhaften Eigenschaften von aus Polymerbeton oder Mineralguß gefertigten Basiseinheiten kombiniert. Der Stahlteil kann in üblicher Weise an zugehörigen Konstruktionen befestigt werden, während die aus Polymerbeton oder Mineralguß gefertigte

Schicht entsprechend den Bedürfnissen der Linearschienenverlegung leicht ohne spanende Bearbeitung ausgeformt werden kann.

Wird eine Basiseinheit zur Anwendung gebracht, die teilweise aus Stahl und teilweise aus Polymerbeton besteht, so ist es grundsätzlich denkbar, aus dem Polymerbeton oder Mineralguß vorgeformte Formteile herzustellen und diese mit dem Stahlteil, also beispielsweise einer Grundplatte, zu vereinigen. Es ist aber auch denkbar, insbesondere bei einfacher Formgebung des aus Polymerbeton oder Mineralguß bestehenden Teils, dieses unter Einsatz entsprechender Schalungsmittel am Stahlteil in situ zu gießen und erhärten zu lassen.

Zur Durchführung der Justierung in einer ersten Justierrichtung kann die Linearführungsschiene durch elastische Höhenabstützelemente an der Basiseinheit abgestützt werden. Außerdem können im Bereich dieser Höhenabstützelemente justierbare Zugelemente eingesetzt werden, welche die Linearführungsschiene gegen die Wirkung der elastischen Höhenabstützelemente an die Basiseinheit heranziehen. Dieses Prinzip bedeutet, angewandt auf den Fall der vorstehend beschriebenen Form von Linearführungsschienen, daß durch unterschiedliche Einstellung der Zugelemente der Verlauf der Kopffläche an einen gewünschten Soll-Verlauf angehängt werden kann.

Ferner können zur Durchführung einer Justierung in einer zweiten, zur ersten im wesentlichen orthogonalen Justierrichtung Seitenjustiermittel verwendet werden, deren Wirkungsrichtung orthogonal zur Wirkungsrichtung der Zugelemente ist. Diese Seitenjustiermittel bewirken dann eine Verlagerung der Linearführungsschiene in der zweiten Justierrichtung relativ zu den Höhenabstützelementen oder/und unter wenigstens teilweiser Verlagerung der Höhenabstützelemente gegenüber der Basiseinheit.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens nach Anspruch 1 ergeben sich aus den Ansprüchen 2 bis 17.

Die Erfindung betrifft ferner eine Einrichtung zur positionsjustierten Montage einer für die Linearführung eines Objektträgerwagens einer Werkzeugmaschine oder dergleichen bestimmten Linearführungsschiene auf einer Basiseinheit, wobei diese Linearführungsschiene parallel zur ihrer Längsachse verlaufend wenigstens eine Führungsfläche zur rollenden Führung des Objektträgerwagens aufweist. Dabei ist vorgesehen, daß zur justierbaren Abstützung eines Stützbereichs der Linearführungsschiene gegenüber der Basiseinheit längs einer ersten Justierrichtung elastische Höhenabstützelemente vorgesehen sind und daß im Bereich dieser Höhenabstützelemente verstellbare Zugelemente vorgesehen sind, welche die Linearführungsschiene bedarfsweise unter elastischer Verformung der Höhenabstützelemente an die Basiseinheit heranziehen.

Die Zugelemente können zum Durchgang durch Bohrungen der Linearführungsschiene und zur Abstützung an insbesondere versenkten Widerlagerflächen der Linearführungsschiene ausgebildet sein, wobei als Zugelemente insbesondere Zugbolzen in Frage kommen. Auf diese Weise wird es möglich, mit ein und demselben Maschinenelement, nämlich dem Zugbolzen, einerseits die Festigung der Linearführungsschiene in Höhenrichtung zu bewirken, gleichzeitig aber auch die Justierung vorzunehmen. Dies setzt natürlich voraus, daß der zur Justierung benötigte Bereich der Anzugskraft und damit des Anzugsdrehmoments an dem Zugbolzen sich in demjenigen Bereich bewegt, der notwendig ist, um die

Zugbolzen für eine auf Dauer sichere Befestigung anzu-
ziehen.

Dabei können die Zugelemente jeweils im Zentralbe-
reich von Höhenabstützelementen angesetzt und durch
die Höhenabstützelemente sowie durch die Linearfüh-
rungsschiene selbst hindurchgeführt werden.

Bevorzugt ist daran gedacht, daß als Höhenabstütze-
lemente Stauchhülseeneinheiten verwendet werden, wel-
che mit einem schienenfernen Endteil zum Eingriff mit
der Basiseinheit ausgebildet sind, mit einem schienen-
nahen Endteil zur Anlage an der Linearführungsschiene
ausgebildet sind, zwischen diesen Endteilen einen längli-
chen Hülseabschnitt aufweisen und von jeweils einem
Zugelement durchsetzt werden. Der längliche Hülse-
abschnitt ist dabei durch die Zugwirkung des jeweiligen
Zugelements stauchbar und damit in seiner Länge varia-
bel. Wenn die Zugelemente gleichzeitig der Befestigung
der Linearführungsschiene in Höhenrichtung dienen, so
ist in der Regel ein bestimmtes Anzugmoment an den
als Zugbolzen mit Außengewinde ausgeführten Zugele-
menten vorgeschrieben. Es hat sich gezeigt, daß durch
eine Variation des vorgeschriebenen Anzugmoments im
Bereich von zwischen 70 und 100% dieses Anzugmo-
ments bei entsprechender Längen- und Querschnittsge-
staltung des Hülseabschnitts Stellwege erzielt werden
können, die in der Regel ausreichen, um die Annäherung
des Schienenverlaufs an den Soll-Verlauf zu erreichen.

Der schienennahe Endteil der Stauchhülseeneinheit
sollte zur Anlage an einer Stützfläche des Stützbereichs
ausgebildet sein, welche zur Stauchrichtung der Stauch-
hülseeneinheit im wesentlichen orthogonal ist, so daß
auch eine kipp sichere Lagerung erzielt wird.

Der schienennahe Endteil der Stauchhülseeneinheit
kann zur formschlüssigen Verbindung mit der Linear-
führungsschiene ausgebildet sein, insbesondere ausge-
bildet sein zur Anlage an mindestens einer von zwei
einander gegenüberliegenden, zur Längsachse paralle-
len Seitenflächen des Stützbereichs, welche zur Längs-
richtung der Stauchhülseeneinheit annähernd parallel
sind.

Das Zugelement kann in der Stauchhülseeneinheit na-
he dessen schienenfernen Endteil verschraubt sein; in
diesem Fall wird man das schienenferne Endteil der
Stauchhülseeneinheit in der Basiseinheit gegen Auszie-
hen aus der Basiseinheit und gegen Eindringen in die
Basiseinheit verankern. Damit ist die Möglichkeit ge-
geben, einerseits die Linearführungsschiene auf der Basis-
einheit abzustützen, andererseits aber die Linearfüh-
rungsschiene mittels des jeweiligen Zugelements an die
Basiseinheit heranzuziehen. Zur Verankerung der
Stauchhülseeneinheit in der Basiseinheit kann der schie-
nenferne Endteil der Stauchhülseeneinheit als ein Anker-
kopf ausgebildet sein. Dieser kann in der Basiseinheit
dann entsprechend verankert werden, insbesondere im
Grenzbereich zwischen einer Grundplatte der Basisein-
heit und einer diese Grundplatte überragenden Schicht
aus Mineralguß oder Polymerbeton. Die Länge des Hül-
senabschnitts zwischen der Anlagefläche der Linearfüh-
rungsschiene und dem Gewinde zur Verschraubung mit
dem Zugelement ist verantwortlich für die Länge des
durch Stauchung erzielbaren Korrekturwegs der zur
Einstellung des Soll-Verlaufs benutzt wird.

Es ist auch denkbar, die Stauchhülseeneinheit an der
Basiseinheit lediglich gegen Eindringen in die Basisein-
heit abzustützen und das Zugelement in einem von der
Stauchhülseeneinheit gesonderten Gewindesitz inner-
halb der Basiseinheit zu verschrauben, wobei dann die-
ser Gewindesitz in der Basiseinheit gegen Ausziehen

gesichert sein muß. Auf diese Weise werden die Stütz-
kräfte von der Linearführungsschiene durch die Stauch-
hülseeneinheit unmittelbar in die Basiseinheit eingeleitet,
und es werden auch die Zugkräfte zum Annähern der
Führungsschiene an die Basiseinheit unmittelbar in die
Basiseinheit eingeleitet oder in einen Ankerkörper, der
seinerseits in der Basiseinheit gegen Ausziehen gesi-
chert ist.

Der längliche Hülseabschnitt, der den Stauchweg
erbringen soll, kann von einem Aufnahmekanal der Ba-
siseinheit aufgenommen sein. Dabei ist beim Einbau der
Stauchhülseeneinheit zu beachten, daß dieser längliche
Hülseabschnitt in Stauchrichtung frei von Kraftüber-
tragung mit der Basiseinheit sein soll.

Zurück zum Beispiel der weiter oben betrachteten
speziellen Querschnittsform einer Linearführungsschie-
ne: Es wurde vorstehend erörtert, wie man eine solche
Linearführungsschiene in Höhenrichtung justieren
kann, so daß ihre Kopffläche dem gewünschten Soll-
Verlauf angenähert wird. Gleichzeitig besteht aber nun
das Problem, diese Linearführungsschiene auch in Quer-
richtung, d. h. quer zu ihrer Längsrichtung und parallel
zu ihrer Kopf- und ihrer Fußfläche, einem gewünschten
Soll-Verlauf entsprechend zu justieren. Diese Justierung
muß kompatibel sein mit der gleichzeitig durchzufüh-
renden oder bereits durchgeführten Höhenjustierung.

Es wird deshalb vorgeschlagen, daß zur Durchfüh-
rung einer Justierung in einer zweiten, zur ersten im
wesentlichen orthogonalen Justiereinrichtung Seitenju-
stiermittel vorgesehen sind, deren Wirkungsrichtung or-
thogonal zur Wirkungsrichtung der Zugelemente ist,
wobei diese Seitenjustiermittel eine Verlagerung der
Linearführungsschiene in der zweiten Justierrichtung
relativ zu den Höhenabstützelementen oder/und unter
wenigstens teilweiser Verlagerung der Höhenabstütze-
lemente gegenüber der Basiseinheit bewirken.

Eine erste Möglichkeit besteht darin, daß die Linear-
führungsschiene in der zweiten Justierrichtung formschlüssig
an den Höhenabstützelementen abgestützt ist und daß die
Höhenabstützelemente durch die Seitenjustiermittel in der
zweiten Justierrichtung verlagerbar sind. Diese Möglichkeit läßt
sich besonders einfach verwirklichen, wenn die Höhenabstützelemente
mit ihrem schienen nahen Endteil die beiden Seitenflächen enga-
beln. Dabei braucht auch diese Eingabelung nicht exakt
auf die Querschnittsform der Linearführungsschiene ab-
gestimmt zu sein, ein etwaiger Spalt zwischen den Sei-
tenflächen der Linearführungsschiene und den Eingabe-
lungsflächen des Höhenabstützelements wird nämlich
dann unschädlich, wenn auch dieser durch Füllmittel
gefüllt wird.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß die Hö-
henabstützelemente in der zweiten Justiereinrichtung
an der Basiseinheit festgelegt sind und daß die Linear-
führungsschiene durch die Seitenjustiermittel in der
zweiten Justierrichtung gegenüber dem jeweiligen Hö-
henabstützelement verlagerbar ist.

Als Seitenjustiermittel können Stellschrauben, Exzen-
ter oder dgl. verwendet werden. Diese werden im Fall
der ersten Alternative, bei der die Höhenabstütze-
lemente in der zweiten Justierrichtung formschlüssig an
der Schiene anliegen, an der Basiseinheit selbst abge-
stützt. Im Fall der zweiten Alternative hingegen, bei
welcher die Linearführungsschienen in der zweiten Ju-
stierrichtung gegenüber den Höhenabstützelementen
verlagerbar sind, läßt man die Seitenjustiermittel unmit-
telbar an der Linearführungsschiene angreifen und stützt
sie entweder an der Basiseinheit oder an den Hö-

henabstützelementen ab. Um unabhängig von der Richtung des Justierbedarfs eine Justiermöglichkeit von vorneherein schaffen zu können, wird empfohlen, daß als Seitenjustiermittel gegensinnig wirkende Stellschrauben oder Exzenter verwendet werden. Durch das Zusammenwirken dieser gegensinnig wirkenden Stellschrauben oder Stellschraube kann auch eine Sicherung von Stellschraube bzw. Stellschraube bewirkt werden, indem nach Einstellung der einen Stellschraube bzw. des einen Exzentes entsprechend dem Justierbedarf nachfolgend die andere Stellschraube bzw. der andere Stellschraube gespannt wird. Als Seitenjustiermittel können auch Plättchen oder Keile verwendet werden.

Die vorstehend beschriebene Einrichtung ist insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur positionsjustierten Montage einer Linearführungsschiene auf einer Basiseinheit geeignet. Zu diesem Zweck können Vermessungsmittel zur Vermessung von Abweichungen des tatsächlichen Verlaufs der Linearführungsschiene von einem Soll-Verlauf vorgesehen sein. Vorzugsweise umfassen die Vermessungsmittel dabei einen Meßpunkt, welcher an einem von der Führungsschiene geführten Führungselement angebracht ist.

Zur Erzielung der im Rahmen der Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens angegebenen Vorteile bei der Anwendung einer Vergußmasse wird weiterhin vorgeschlagen, daß an der Basiseinheit ein Freiraum für die Aufnahme eines härtbaren Füllmittels vorgesehen ist, welches nach Erhärtung die positionsjustierte Linearführungsschiene an der Basiseinheit fixiert und gewünschtenfalls auch Positionsjustierungsmittel blockiert.

Die beiliegenden Figuren erläutern die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen. Es stellen dar:

Fig. 1 einen zu einer Linearführungsschienenachse senkrechten Schnitt durch die Linearführungsschiene, die die Linearführungsschiene tragende Basiseinheit und einen auf der Linearführungsschiene senkrecht zur Zeichenebene geführten Tisch;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Basiseinheit der Fig. 1 in Pfeilrichtung II der Fig. 1;

Fig. 3 einen Teilschnitt entsprechend demjenigen gemäß Fig. 1 bei einer ersten abgewandelten Ausführungsform der Schienenlagerung auf der Basiseinheit;

Fig. 4 einen Teilschnitt entsprechend demjenigen der Fig. 1 bei einer zweiten abgewandelten Ausführungsform der Schienenauflagerung auf der Basiseinheit;

Fig. 5 eine Draufsicht der Fig. 4 in Pfeilrichtung V-V der Fig. 4;

Fig. 6 einen Teilschnitt entsprechend demjenigen der Fig. 1 bei einer dritten abgewandelten Ausführungsform der Schienenauflagerung auf der Basiseinheit;

Fig. 7 eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform einer Stauchhülseineinheit und

Fig. 8 eine Draufsicht gemäß Pfeilrichtung VIII der Fig. 7.

In Fig. 1 und 2 ist eine Basiseinheit allgemein mit 10 bezeichnet. Diese Basiseinheit besteht aus einer Stahlplatte 10a und einem auf der Stahlplatte 10a durch Schrauben 12 befestigten Formstück 10b aus Polymerbeton. Zum Begriff Polymerbeton wird auf Römpps Chemielexikon, 8. Auflage, 1987, Seite 3296 verwiesen. Danach versteht man unter Polymerbeton einen Werkstoff aus Beton, in dem zur Verbesserung der Verarbeitungs- und/oder Gebrauchseigenschaften das hydraulische Bindemittel ganz oder teilweise durch einen Zusatzstoff auf der Basis von Kunstharzen, insbesondere

von Reaktionsharzen, ersetzt ist (RH-Beton).

Der Formkörper 10b aus Polymerbeton bildet eine schienenennahe Schicht der Basiseinheit 10 und steht durch eine Profilierung 14 der Stahlplatte 10a und des Formkörpers 10b in formschlüssigem Eingriff mit der Stahlplatte 10a. Der Polymerbeton-Formkörper 10b kann als vorgefertigtes Formstück auf der Stahlplatte 10a befestigt werden. Er kann aber auch in situ auf der Stahlplatte 10a unter Verwendung entsprechender Schulumittel gegossen und danach ggf. zusätzlich durch die Schrauben 12 an der Stahlplatte 10a gesichert werden.

Auf der Basiseinheit 10 sind, wie aus Fig. 1 und 2 ersichtlich, zwei Linearführungsschienen 16 und 16' gelagert. Im folgenden wird nur auf die Linearführungsschiene 16 Bezug genommen, deren Lagerung im einzelnen dargestellt ist. Die Lagerung der Linearführungsschiene 16' kann genauso ausgeführt sein wie die Lagerung der Linearführungsschiene 16.

Zur Lagerung der Linearführungsschiene 16 in der Höhenrichtung H sind in Abständen längs der Längsachse A Höhenabstützelemente 18 in Form von Stauchhülseineinheiten vorgesehen. Diese Stauchhülseineinheiten 18 haben einen schienenfernen Endteil 18a, einen schienenennahen Endteil 18b und einen die beiden Endteile 18a und 18b einstückig miteinander verbindenden Hülseabschnitt 18c. Der schienenferne Endteil 18a ist in einer Ausnehmung 10c der Basiseinheit 10 formschlüssig und im wesentlichen unbeweglich aufgenommen. Der schienenennahe Endteil 18b ist, wie aus Fig. 1 und 2 ersichtlich, als ein Gabelkörper ausgebildet, in welchem die Linearführungsschiene 16 eingelegt ist. Ein Zugbolzen 20 durchsetzt die Linearführungsschiene 16 in einer Bohrung 16a und durchsetzt in Längsrichtung ferner die Stauchhülseineinheit 18. An seinem unteren Ende ist der Zugbolzen 20 mit einem Innengewinde im schienenfernen Endteil 18a der Stauchhülseineinheit 18 verschraubt. Der Hülseabschnitt 18c der Stauchhülseineinheit ist in einem Kanal 10d der Basiseinheit 10 geführt, und zwar so, daß in Höhenrichtung der Stauchhülseineinheit 18 im wesentlichen keine Kräfte von dem Hülseabschnitt 18c auf die Wand des Kanals 10d übertragen werden, so daß der Hülseabschnitt ohne Behinderung durch die Basiseinheit 10 durch Spannen des Zugbolzens 20 gestaucht werden kann. Die relativ große Länge des Hülseabschnitts 18c erlaubt ein Stauchen des Hülseabschnitts 18c mit verhältnismäßig geringen Kräften, d. h. mit verhältnismäßig geringem Anzugsmoment, das auf den Zugbolzen 20 aufgebracht wird. Damit kann durch Anziehen des Zugbolzens 20 einerseits die Linearführungsschiene 16 unter Vermittlung der Stauchhülseineinheit 18 an der Basiseinheit 10 befestigt werden; andererseits kann durch Spannen des Zugbolzens 20 und entsprechendes Stauchen des Hülseabschnitts 18c die Höhenlage der Linearführungsschiene 16 eingestellt werden.

Vertikalkräfte auf die Linearführungsschiene 16 werden über die Stauchhülseineinheit 18 in die Basiseinheit 10, und zwar insbesondere in der Fläche 10e abgetragen. Gegen Abheben von der Basiseinheit 10 ist die Linearführungsschiene 16 ebenfalls durch die Stauchhülseineinheit 18 gesichert, und zwar insbesondere in der Fläche 10g. Durch abgestimmtes Spannen der über die Länge der Linearführungsschiene 16 verteilten Zugbolzen kann somit die Linearführungsschiene in einer ersten Justierichtung X an einen Soll-Verlauf angenähert werden.

Darüber hinaus ist es möglich, die Linearführungs-

schiene auch in einer zweiten Justierichtung Y an einen Soll-Verlauf anzupassen. Dies geschieht mittels Justierschrauben 22, die einander in der Richtung Y quer zur Längsrichtung A gegenüberliegen. Die Justierschrauben 22 greifen an dem ihnen nahen Endteil 18b der Stauchhülseineinheit 18 an, und zwar an Gabelschenkel 18b1, welche zwischen sich den Fußteil 16b der Linearführungsschiene 16 eingabeln. Zur besseren Erläuterung des Fußteils 16b sei auf die rechte Hälfte der Fig. 1 verwiesen, dort wo die insoweit identische Linearführungsschiene 16 zu erkennen ist. Der dort dargestellte Fußteil 16b umfaßt eine Fußfläche 16b1 und zwei Seitenflächen 16b2. Die beiden Gabelschenkel 18b1 liegen gemäß Fig. 2 an den Seitenflächen 16b2 an, während die Fußfläche 16b1 des Fußteils 16b auf einer Auflagerfläche 18b3 des schienenennahen Endteils 18b aufliegt.

Die Justierschrauben 22 sind mit Gewindeabschnitten 22a in Abstützblöcken 24 verschraubbar, welche in den Polymerbeton-Formteil 10b eingegossen sind. Durch Verstellen zunächst einer der Justierschrauben 22 kann der schienenennahe Endteil 18b der Stauchhülseineinheit 18 in Anpassung an den Soll-Verlauf der Linearführungsschiene verstellt werden. Ist dieser Soll-Verlauf erreicht, so kann die jeweils andere Justierschraube 22 zur Anlage mit dem hierzugehörigen Gabelschenkel 18b1 verschraubt und angezogen werden, so daß die einjustierte Lage der Linearführungsschiene damit auch gesichert ist.

Die Linearführungsschiene 16 kann auf diese Weise nach und nach dem Soll-Verlauf angenähert werden, indem die vorstehend beschriebenen Justiertvorgänge in Justierichtung X und in Justierichtung Y nacheinander oder alternierend durchgeführt werden.

Auf der Linearführungsschiene 16 ist ein Führungswagen 26 in Längsrichtung A geführt. Die Linearführungsschiene 16 ist zu diesem Zweck, wie aus der rechten Hälfte der Fig. 1 zu ersehen, auf jeder Seite mit zwei Führungsbahnen 16d ausgeführt. Auf diesen Führungsbahnen 16d wird der Führungswagen 26 mittels endloser Kugelumläufe geführt, so wie aus der

DE 35 27 886 A1 und der US 4,743,124 bekannt. Ein entsprechender Führungswagen 26' ist auf der anderen Linearführungsschiene 16' geführt. Die beiden Führungswagen 26, 26' tragen gemeinsam einen Führungstisch 28, der seinerseits wieder Träger eines Werkzeugs oder Werkstücks 30 an einer Werkzeugmaschine sein kann und zu diesem Zweck mit Befestigungsmitteln für die Befestigung des Objekts ausgeführt sein kann.

Der Führungstisch 28 ist mit Schwächungszonen 28a und 28b versehen, welche einen Ausgleich bei Wärmeausdehnung des Führungstisches 28 schaffen und auch etwaige Parallelitätsabweichungen der beiden Führungsschienen 16 und 16' voneinander aufnehmen können.

Eine Antriebseinheit zum Antrieb des Tisches 28 in Richtung A ist schematisch bei 32 angedeutet.

Es ist selbstverständlich auch möglich, daß der Tisch 28 auf jeder der beiden Führungsschienen 16 und 16' mittels jeweils zwei oder mehr Führungswagen 26 bzw. 26' geführt ist.

Zum Annähern des Schienenverlaufs der Linearführungsschiene 16 an einen bestimmten Soll-Verlauf kann man wie folgt vorgehen, wobei auf die Fig. 2 verwiesen wird:

Auf einen Führungswagen 26 wird eine Laserstrahlblende 34 aufgesetzt, welche als Meßpunkt dient. An einem Ende der Linearführungsschiene 16 wird eine Laserstrahlquelle 36 angebracht. Am gegenüberliegenden

Ende der Linearführungsschiene 16 wird ein Strahlungsempfänger 38 für den Laserstrahl 42 angebracht.

Vor dem Strahlungsempfänger 38 wird stationär an der Basiseinheit 10 eine weitere Laserstrahlblende 40 angebracht. Der Strahlungssender 36, der Strahlungsempfänger 38 und die Blende 40 werden so gegenüber der Basiseinheit justiert, daß ein von dem Strahlungssender 36 durch die Blende 40 gehender und in dem Strahlungsempfänger 38 empfangener Laserstrahl 42 dem Soll-Verlauf der Linearführungsschiene entspricht.

Der Führungswagen 26 wird nun nacheinander in verschiedene Positionen längs der Linearführungsschiene 16 gebracht, und in jeder der Positionen wird eine Justierung der Linearführungsschiene 16 in den Justierrichtungen X und Y gemäß Fig. 1 so lange durchgeführt, bis die Blende 34 von dem Laserstrahl 42 durchsetzt werden kann und an dem Empfänger 38 somit ein Signal liefert. Dann ist jeweils die richtige Justierung erzielt.

Es kann natürlich vorkommen, daß nach einer einmal erfolgten Justierung im Bereich einer Stauchhülseineinheit diese Justierung wieder verloren geht, wenn in einer der folgenden Stauchhülseinheiten justiert wird. Deshalb kann es notwendig sein, den vorstehend beschriebenen Justiertvorgang mehrfach nacheinander an den einzelnen Stauchhülseinheiten durchzuführen, um so zu einer ausreichenden Annäherung an den Sollverlauf zu gelangen (iterativer Prozeß). Grundsätzlich ist es auch denkbar, daß man ausgehend von einer Roheinstellung nacheinander an verschiedenen vorbestimmten Meßpunkten längs der Linearführungsschiene 16 die Abweichungen mißt und die einzelnen Abweichungen speichert und danach aufgrund von Erfahrungswerten die Justierungen an den einzelnen Stauchhülseinheiten vornimmt. Auf diese Weise kann man schneller zum Ziele kommen.

Sobald der Soll-Verlauf der Linearführungsschiene 16 durch die vorstehend beschriebenen Justiertvorgänge mit ausreichender Genauigkeit erreicht ist, kann die Linearführungsschiene 16 in dem Formkörper 10b endgültig festgelegt werden.

Wie aus Fig. 1 und 2 zu ersehen, befinden sich die schienenennahen Endteile 18b der Stauchhülseinheiten 18 innerhalb einer im wesentlichen rechteckförmigen, einen Freiraum bildenden Nut 44 innerhalb des Formteils 10b. Diese Nut 44 braucht nicht mit besonderer Genauigkeit hergestellt sein; sie kann roh bearbeitet oder so belassen sein, wie sie beim Gußvorgang des Polymerbeton-Formkörpers entstanden ist. Diese Nut 44 nimmt nun, wie aus Fig. 1 und 2 zu ersehen, auch den Fußteil 16b der Linearführungsschiene 16 auf seiner ganzen Länge auf. Zur endgültigen Festlegung wird nun diese Nut 44 vollständig mit einem aushärtbaren Kunstharz, insbesondere einem Epoxidharz, ausgegossen, und zwar bis auf das Niveau 45. So wird der Fußteil 16b der Linearführungsschiene 16 auf seiner gesamten Länge jedenfalls außerhalb der von den Gabelschenkel 18b1 bedeckten Abschnitte in Kunstharz eingebettet und damit starr festgelegt. Dabei ist zu beachten, daß der Kunstharz dann sowohl an der Fußfläche 16b1 als auch an den Seitenflächen 16b2 (siehe rechte Hälfte der Fig. 1) anliegt. Überdies füllt der Kunstharz auch die Räume 46 zwischen den schienenennahen Endteilen 18b der Stauchhülseinheiten 18 und den Begrenzungsflächen der Nut 44 aus, so daß durch den erhärteten Kunstharz die Justierschrauben 22 zusätzlich gesichert sind. Je nach Konsistenz des Kunstharzes beim Einbringen ist es auch denkbar, daß kleine Spalträume, die sich zwischen den Gabelschenkel 18b1 und den Seitenflä-

chen 16b2 ergeben können, mit Kunstharz gefüllt werden. Weiterhin ist es denkbar, daß ein etwaiger Ringraum 48 zwischen dem Hülsenabschnitt 18c und dem Kanal 10d mit Kunstharz gefüllt wird. Zu diesem Kanal 10d ist zu bemerken, daß er in Fig. 1 mit einem gewissen Übermaß gegenüber dem Außendurchmesser des Hülsenabschnitts 18c dargestellt ist, um die Justierbarkeit des schienenennahen Endteils 18b in Justierrichtung Y verständlich zu machen. Man muß aber bedenken, daß die vorkommenden Justierwege für den schienenennahen Endteil, die notwendig sind, um die Annäherung des Schienenverlaufs an den gewünschten Soll-Verlauf zu erzielen, in der Größenordnung von einigen Hundertstel Millimeter liegen, meist sogar in der Größenordnung von einigen Eintausendstel Millimeter, so daß die lichte radiale Weite des Ringraums 48 vernachlässigbar klein sein kann, unter Umständen sogar völlig entfallen kann, im Hinblick auf eine gewisse elastische Verformbarkeit des Polymerbeton-Formkörpers 10b.

Die Ausführungsform der Fig. 3, in der analoge Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind wie in Fig. 1 und 2, jeweils vermehrt um die Zahl 100, unterscheidet sich von Fig. 1 und 2 nur dadurch, daß das untere Ende des Zugbolzens 120 mit einem Ankerkörper verschraubt ist, der gesondert von der Stauchhülse in der Polymerelementeinheit eingegossen ist. Dieser Ankerkörper ist mit 118a bezeichnet. In dieser Ausführungsform liegt der Hülsenabschnitt 118c mit seinem unteren Ende auf einer Stützfläche 110f des Polymerbeton-Formkörpers auf.

In der Ausführungsform nach Fig. 4 sind analoge Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 1 und 2, jeweils vermehrt um 200. Bei dieser Ausführungsform ist die Basiseinheit 210 als eine einzige Stahlplatte ausgebildet. Diese Stahlplatte nimmt in Kanälen 210d Stauchhülsenabschnitte 218c auf, die mit ihren unteren Enden auf Stützflächen 210f aufliegen. Der Zugbolzen 220 ist in einem Gewinde 218a der Stahlplatte 210 verschraubt. Auf diese Weise ist wieder die Höhenjustierung in der Pfeilrichtung X möglich.

Die Justierschrauben 222 sind bei dieser Ausführungsform in Gewindebohrungen der Gabelschenkel 218b1 verschraubt und durchsetzen ohne Schraubeingriff Bohrungen 210h der Stahlplatte 210. Auf diese Weise kann die Linearführungsschiene in Justierrichtung Y gegenüber den Gabelschenkeln 218b1 justiert werden. Die Stauchhülseineinheit 218 sei dabei als unbeweglich gegenüber der Stahlplatte 210 angenommen. Es ist auch denkbar, die Gabelschenkel 218b1 seitlich an der Stahlplatte, d. h. an den seitlichen Begrenzungsflächen 244a der Nut 244 anliegen zu lassen, um eine noch starrere Abstützung des schienenennahen Endteils 218b in Justierrichtung Y gegenüber der Basiseinheit 210 zu erreichen.

Auch bei dieser Ausführungsform, die in Draufsicht in Fig. 5 dargestellt ist, wird nach erfolgter Justierung — die Justierung kann genauso erfolgen wie weiter oben im Zusammenhang mit Fig. 1 und 2 beschrieben — die Nut 244 vollständig mit Epoxidharz gefüllt, wobei sich dann auch die Zwischenräume zwischen den Gabelschenkeln 218b1 und den Seitenflächen des Schienenfußteils 216b mit Epoxidharz füllen und die Justierschrauben 222 zusätzlich fixiert werden. Auch der Raum 246 unterhalb des schienenennahen Endteils 218b kann je nach Konsistenz des Epoxidharzes bei der Einbringung mit Epoxidharz gefüllt werden. Außerhalb der Stauchhülseineinheiten liegt der Schienenfuß 216b wiederum eingebettet in dem Epoxidharz, welcher die Nut 244 auf

ihrer ganzen Länge ausfüllt.

In der Ausführungsform nach Fig. 6 sind analoge Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 1 und 2, jeweils vermehrt um die Zahl 300. In Abweichung von der Ausführungsform nach Fig. 4 und 5 sind hier die Justierschrauben 322 in Gewindebohrungen der Stahlplatte 310 verstellbar und wirken unmittelbar auf den Fußteil 316b der Linearführungsschiene 316 ein. Dieser Fußteil 316b ist auch bei dieser Ausführungsform in einer Rechtecknut 344 der Stahlplatte 310 aufgenommen, welche nach erfolgter Justierung vollständig mit Epoxidharz ausgegossen wird, um damit den Schienenfußteil 316b auf seiner ganzen Länge endgültig festzulegen und zusätzlich auch die Justierschrauben 322 endgültig zu fixieren.

Die Nut 344 braucht natürlich nicht fein bearbeitet zu werden. Diese Nut kann entweder durch Gießen der Stahlplatte hergestellt werden oder durch eine unpräzise Fräsbearbeitung.

In Fig. 7 und 8 ist eine weitere Ausführungsform einer Stauchhülse dargestellt, wobei analoge Teile mit gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 oder 2 versehen sind, jeweils erhöht um die Zahl 400. Die Auflagerfläche 418b3 der Stauchhülse 418 für den Fußteil einer Linearführungsschiene ist in den schienenennahen Endteil 418b der Stauchhülse 418 als Teil einer Rechtecknut eingearbeitet; der Endteil 418b weist dabei einen kreisförmigen Querschnitt auf.

Man erkennt ein Gewinde 418g zum Verschrauben mit dem Zugbolzen.

Zu Fig. 1 ist noch nachzutragen, daß das untere Ende des Durchgangs der Stauchhülseineinheit 18 mit einer Schutzkappe 19 verschlossen werden kann, um das Eindringen von Polymerbeton zu unterbinden, wenn der Formkörper 10b in situ geformt und die Stauchhülseineinheit 18 miteingegossen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur positionsjustierten Montage einer für die Linearführung eines Objektträgerwagens (26) einer Werkzeugmaschine oder dergleichen bestimmten Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) auf einer Basiseinheit (10; 110; 210; 310), wobei diese Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) parallel zu ihrer Längsachse (A-A) verlaufend wenigstens eine Führungsfläche (16d) zur rollenden Führung des Objektträgerwagens (26), insbesondere mindestens zwei Führungsflächen (16d) für endlose Rollkörperumläufe des Objektträgerwagens (26), aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die — bedarfsweise unter elastischer Verformung der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) erfolgende — Justierung der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) nach Maßgabe der Vermessung wenigstens eines Meßpunkts (34) erfolgt, welcher auf einem Führungselement angebracht ist und mittels dieses Führungselements während des Justiervorgangs an der Führungsfläche (16d) in Richtung der Längsachse (A-A) in einer der betriebsmäßigen Führung des Objektträgerwagens (26) entsprechenden Weise verstellbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Führungselement der Objektträgerwagen (26) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) in zwei zueinander senkrechten Rich-

tungen (X, Y) justiert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) auf der Basiseinheit (10; 110; 210; 310) an einer Mehrzahl von in Richtung ihrer Längsachse (A-A) beabstandeten Justierstellen durch Justiermittel (18, 20, 22; 118, 120, 122; 218, 220, 222; 318c, 322; 418) an einen Soll-Verlauf angehängt und vorfixiert wird und daß die Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) sodann unter Ausgießen mindestens eines durch die Basiseinheit (10; 110; 210; 310) und einen Stützbereich (16b; 216b; 316b) der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) begrenzten Freiraums (44; 244; 344) mit einem härtbaren Füllmittel und anschließendem Härten dieses Füllmittels endgültig an der Basiseinheit (10; 110; 210; 310) fixiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als härtbares Füllmittel verwendet wird: ein Kunstharz, insbesondere ein aushärtbares Kunstharz, wie Epoxidharz.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Justiermittel (18, 20, 22; 118, 120, 122; 218, 220, 222; 318c, 322; 418) durch das Füllmittel wenigstens teilweise umgossen und dadurch in ihrer Justierstellung fixiert werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4—6, dadurch gekennzeichnet, daß bei Einbettung des Stützbereichs (16b; 216b; 316b) in einen den Freiraum bildenden Aufnahmeraum (44; 244; 344) der Basiseinheit (10; 110; 210; 310) dieser Aufnahmeraum (44; 244; 344) vollständig mit Füllmittel ausgegossen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4—7, dadurch gekennzeichnet, daß Justiermittel (18, 20, 22; 118, 120, 122; 218, 220, 222; 318c, 322; 418) verwendet werden, welche eine Justierung der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) in mindestens einer zur Längsachse (A-A) senkrechten Justierrichtung (X, Y) gestatten.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Justiermittel (18, 20, 22; 118, 120, 122; 218, 220, 222; 318c, 322; 418) verwendet werden, welche eine Justierung der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) in zwei zueinander im wesentlichen senkrechten Justierrichtungen (X, Y) gestatten.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4—9, dadurch gekennzeichnet, daß Justiermittel verwendet werden, welche eine Winkeljustierung der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) um die Längsachse (A-A) oder eine zur Längsachse (A-A) parallele Achse gestatten.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Basiseinheit (10; 110) verwendet wird, welche wenigstens teilweise aus Mineralguß oder Polymerbeton (10b) besteht.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Justiermittel (18, 20, 22; 118, 120, 122) zur Durchführung der Justierung wenigstens teilweise in dem Mineralguß oder Polymerbeton (10b) abgestützt oder verankert werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Basiseinheit (10; 110) mit einer schienenennahen Schicht (10b) aus Polymerbeton oder Mineralguß verwendet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die schienenennahe Schicht (10b) aus

Polymerbeton oder Mineralguß als vorgeformtes Formteil zum Einsatz gebracht wird, welches auf einer — insbesondere aus Stahl gefertigten — Grundplatte (10a) der Basiseinheit (10) befestigt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die schienenennahe Schicht (10b) auf einer — insbesondere aus Stahl gefertigten — Grundplatte (10a) der Basiseinheit (10) in situ gegossen wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—15, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung der Justierung in einer ersten Justierrichtung (X) die Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) durch elastische Höhenabstützelemente (18; 118; 218; 318c; 418) an der Basiseinheit (10; 110; 210; 310) abgestützt und im Bereich dieser Höhenabstützelemente (18; 118; 218; 318c; 418) durch justierbare Zugelemente (20; 120; 220) an die Basiseinheit (10; 110; 210; 310) herangezogen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung einer Justierung in einer zweiten, zur ersten im wesentlichen orthogonalen Justierrichtung (Y) Seitenjustiermittel (22; 122; 222; 322) verwendet werden, deren Wirkungsrichtung (Y) orthogonal zur Wirkungsrichtung (X) der Zugelemente (20; 120; 220) ist, wobei diese Seitenjustiermittel (22; 122; 222; 322) eine Verlagerung der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) in der zweiten Justierrichtung (Y) relativ zu den Höhenabstützelementen (218; 318c) oder/und unter wenigstens teilweiser Verlagerung der Höhenabstützelemente (18; 118; 418) gegenüber der Basiseinheit (10; 110) bewirken.

18. Einrichtung zur positionsjustierten Montage einer für die Linearführung eines Objektträgerwagens (26) einer Werkzeugmaschine oder dergleichen bestimmten Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) auf einer Basiseinheit (10; 110; 210; 310), wobei diese Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) parallel zu ihrer Längsachse (A-A) verlaufend wenigstens eine Führungsfläche (16d) zur rollenden Führung des Objektträgerwagens (26) aufweist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4—17, dadurch gekennzeichnet, daß zur justierbaren Abstützung eines Stützbereichs (16b; 216b; 316b) der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) gegenüber der Basiseinheit (10; 110; 210; 310) längs einer ersten Justierrichtung (X) elastische Höhenabstützelemente (18; 118; 218; 318c; 418) vorgesehen sind und daß im Bereich dieser Höhenabstützelemente (18; 118; 218; 318c; 418) verstellbare Zugelemente (20; 120; 220) vorgesehen sind, durch welche die Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) — bedarfsweise unter elastischer Verformung der Höhenabstützelemente (18; 118; 218; 318c; 418) — an die Basiseinheit (10; 110; 210; 310) heranziehbar ist.

19. Einrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugelemente (20; 120; 220) zum Durchgang durch Bohrungen (16a) der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) und zur Abstützung an Widerlagerflächen der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) ausgebildet sind.

20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugelemente (20; 120; 220) zur Abstützung an versenkten Widerlagerflächen der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) ausgebil-

det sind.

21. Einrichtung nach einem der Ansprüche 18–20, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugelemente (20; 120; 220) jeweils im Zentralbereich der Höhenabstützelemente (18; 118; 218; 318c; 418) ansetzbar und durch die Höhenabstützelemente (18; 118; 218; 318c; 418) hindurchführbar sind.

22. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenabstützelemente (18; 118; 218; 318c; 418) als Stauchhülseinheiten (18; 118; 218; 318c; 418) ausgeführt sind, welche mit einem schienenfernen Endteil (18a; 418a) zum Eingriff mit der Basiseinheit (10; 110; 210; 310) ausgebildet sind, mit einem schienen nahen Endteil (18b; 218b; 418b) zur Anlage an der Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) ausgebildet sind, zwischen diesen Endteilen (18a, 18b; 218b; 418a, 418b) einen länglichen Hülseabschnitt (18c; 118c; 218c; 318c; 418c) aufweisen und von jeweils einem Zugelement (20; 120; 220) durchsetzt sind.

23. Einrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der schienen nahe Endteil (18b; 218b; 418b) einer Stauchhülseinheit (18; 118; 218; 318c; 418) zur Anlage an einer Stützfläche (16b1) des Stützbereichs (16b; 216b; 316b) ausgebildet ist, welche zur Stauchrichtung (X) der Stauchhülseinheit (18; 118; 218; 318c; 418) im wesentlichen orthogonal ist.

24. Einrichtung nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß das schienen nahe Endteil (18b; 418b) einer Stauchhülseinheit (18; 118; 418) zur Anlage an mindestens einer von zwei einander gegenüberliegenden, zur Längsachse parallelen Seitenflächen (16b2) des Stützbereichs (16b) ausgebildet ist, welche zur Längsrichtung (X) der Stauchhülseinheit (18; 118; 418) annähernd parallel sind.

25. Einrichtung nach einem der Ansprüche 22–24, dadurch gekennzeichnet, daß das Zugelement (20) in der Stauchhülseinheit (18; 418) nahe dessen schienenfernen Endteil (18a; 418a) verschraubbar ist und daß dieses schienenferne Endteil (18a; 418a) der Stauchhülseinheit (18; 418) in der Basiseinheit (10) gegen Ausziehen aus der Basiseinheit (10) und gegen Eindringen in die Basiseinheit (10) verankert ist.

26. Einrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das schienenferne Endteil (18a; 418a) der Stauchhülseinheit (18; 418) als ein Ankerkopf (18a; 418a) ausgebildet ist.

27. Einrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Ankerkopf (18a) im Grenzbereich zwischen einer Grundplatte (10a) der Basiseinheit (10) und einer diese Grundplatte (10a) überlagernden Schicht aus Mineralguß oder Polymerbeton (10b) verankert ist.

28. Einrichtung nach einem der Ansprüche 22–24, dadurch gekennzeichnet, daß die Stauchhülseinheit (118; 218; 318c) in der Basiseinheit (110; 210; 310) gegen Eindringen in die Basiseinheit (110; 210; 310) abgestützt ist und daß das Zugelement (120; 220) in einem von der Stauchhülseinheit (118; 218; 318c) gesonderten Gewindesitz (118a; 218a) innerhalb der Basiseinheit (110; 210; 310) verschraubbar ist, wobei der Gewindesitz (118a; 218a) in der Basiseinheit (110; 210; 310) gegen Ausziehen aus der Basiseinheit (110; 210; 310) gesichert ist.

29. Einrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Gewindesitz (118a) von einem in

der Basiseinheit (110) zumindest gegen Ausziehen gesicherten Ankerkörper (118a) gebildet ist.

30. Einrichtung nach einem der Ansprüche 22–29, dadurch gekennzeichnet, daß der längliche Hülseabschnitt (18c; 418c) von einem Aufnahmekanal (10d) der Basiseinheit (10) aufgenommen ist und zumindest in seiner Stauchrichtung (X) frei von Kraftübertragung mit der Basiseinheit (10) ist.

31. Einrichtung nach einem der Ansprüche 18–30, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung einer Justierung in einer zweiten, zur ersten im wesentlichen orthogonalen Justierrichtung (Y) Seitenjustiermittel (22; 122; 222; 322) vorgesehen sind, deren Wirkungsrichtung (Y) orthogonal zur Wirkungsrichtung (X) der Zugelemente (20; 120; 220) ist, wobei diese Seitenjustiermittel (22; 122; 222; 322) zur Verlagerung der Linearführungsschiene (216; 316) in der zweiten Justierrichtung (Y) relativ zu den Höhenabstützelementen (218; 318) oder/und zur wenigstens teilweisen Verlagerung der Höhenabstützelemente (18; 118; 418) gegenüber der Basiseinheit (10; 110) ausgebildet sind.

32. Einrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenabstützelemente (18; 118; 418) zur formschlüssigen Abstützung der Linearführungsschiene (16; 116) in der zweiten Justierrichtung (Y) ausgebildet sind und durch die Seitenjustiermittel (22; 122) in der zweiten Justierrichtung (Y) verlagerbar sind.

33. Einrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenabstützelemente (218; 318) in der zweiten Justierrichtung (Y) an der Basiseinheit (210; 310) festgelegt sind und daß die Seitenjustiermittel (222; 322) zur Verlagerung der Linearführungsschiene (216; 316) in der zweiten Justierrichtung (Y) gegenüber dem jeweiligen Höhenabstützelement (218; 318) ausgebildet sind.

34. Einrichtung nach einem der Ansprüche 31–34, dadurch gekennzeichnet, daß als Seitenjustiermittel (22; 122; 222; 322) Stellschrauben, Exzenter oder dergleichen vorgesehen sind.

35. Einrichtung nach einem der Ansprüche 31–33, dadurch gekennzeichnet, daß als Seitenjustiermittel (22, 122, 222, 322) gegensinnig wirkende Stellschrauben oder Exzenter vorgesehen sind.

36. Einrichtung nach einem der Ansprüche 31–33, dadurch gekennzeichnet, daß als Seitenjustiermittel (22, 122, 222, 322) Plättchen oder Kelle vorgesehen sind.

37. Einrichtung nach einem der Ansprüche 18–36, dadurch gekennzeichnet, daß Vermessungsmittel (34, 36, 38, 40) zur Vermessung von Abweichungen des tatsächlichen Verlaufs der Linearführungsschiene (16) von einem Soll-Verlauf vorgesehen sind.

38. Einrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß die Vermessungsmittel (34, 36, 38, 40) einen Meßpunkt (34) umfassen, welcher an einem von der Führungsschiene (16) geführten Führungselement (26) angebracht ist.

39. Einrichtung nach einem der Ansprüche 18–38, dadurch gekennzeichnet, daß an der Basiseinheit (10; 110; 210; 310) ein Freiraum (44; 244; 344) für die Aufnahme eines härtbaren Füllmittels vorgesehen ist, welches nach Erhärtung die positionsjustierte Linearführungsschiene (16; 116; 216; 316) an der Basiseinheit (10; 110; 210; 310) fixiert und gewünschtenfalls auch Positionsjustierungsmittel (18,

20, 22; 118, 120, 122; 218, 220, 222; 318c, 322; 418)
blockiert.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 2

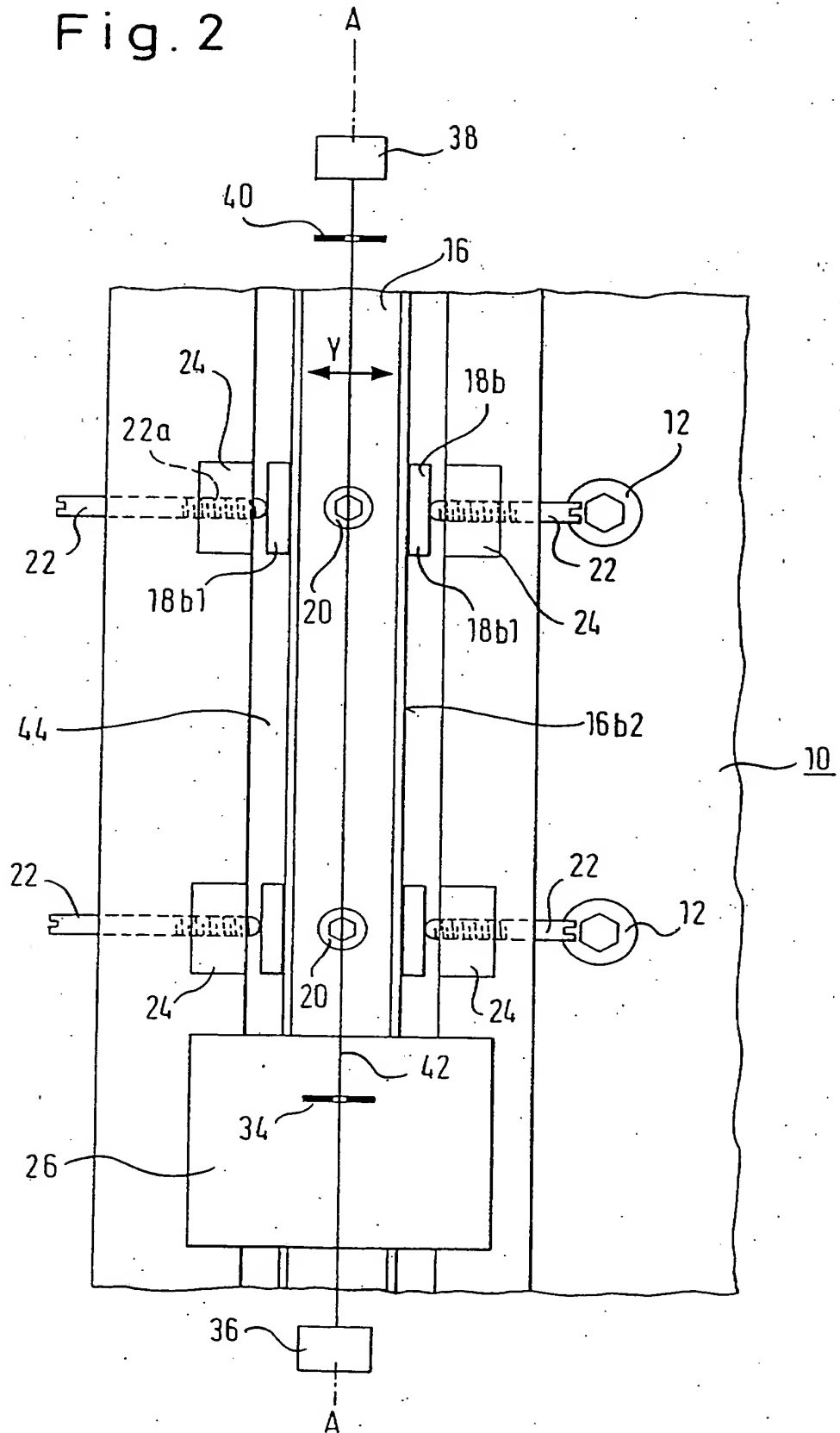


Fig. 3

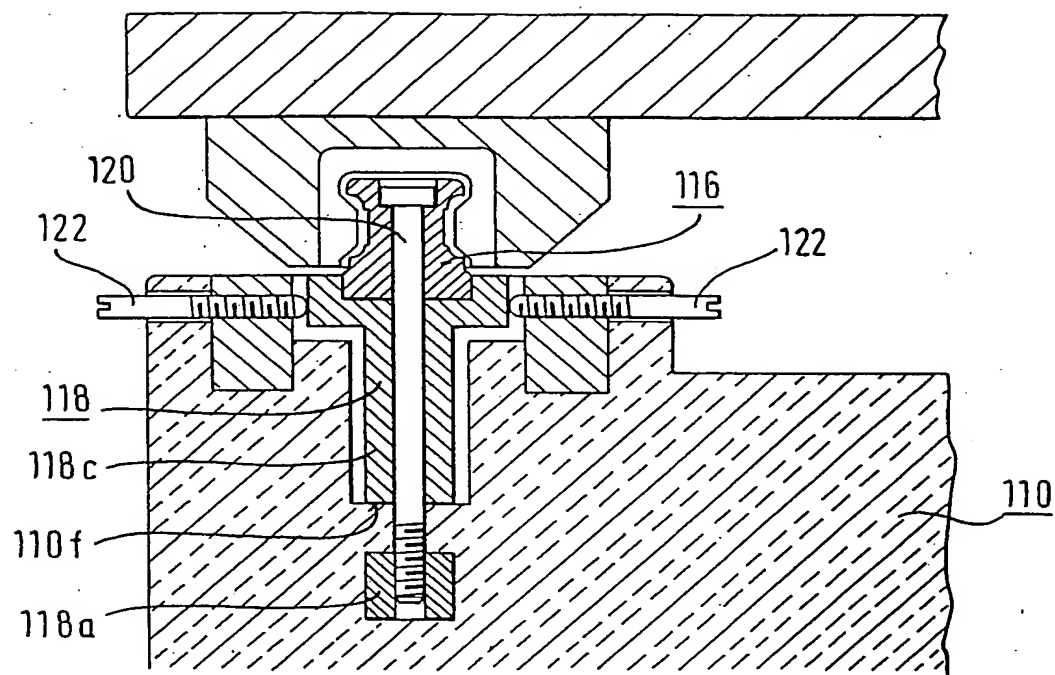


Fig. 4

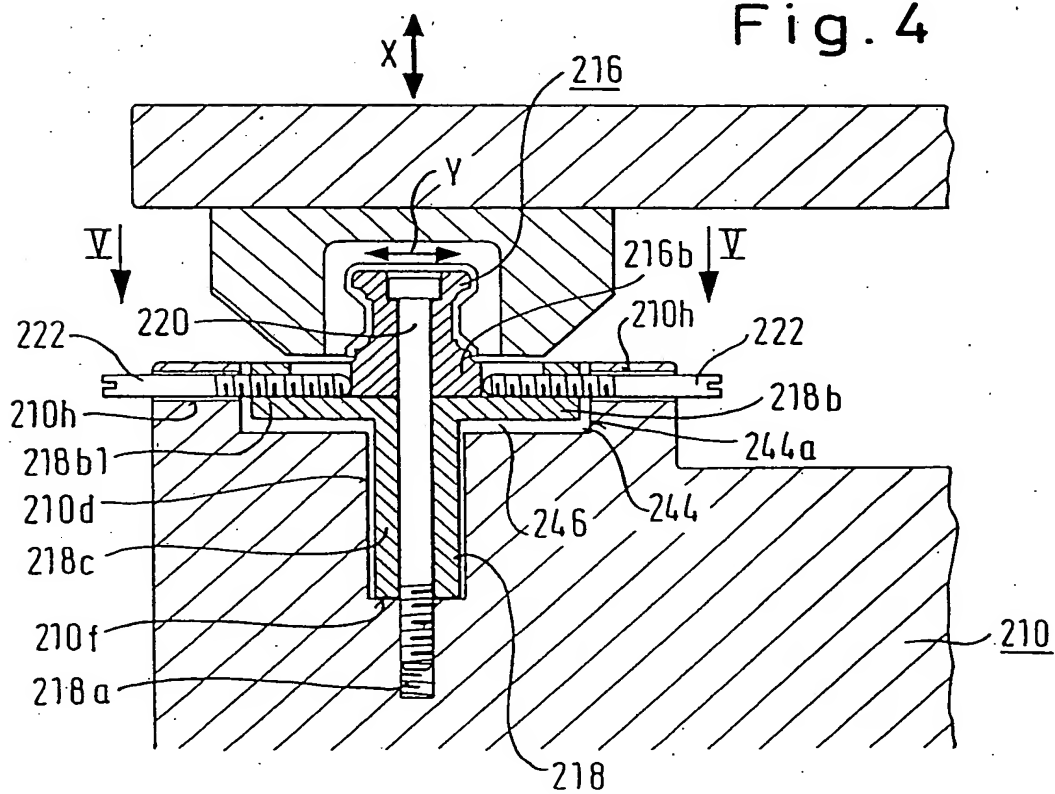


Fig. 5

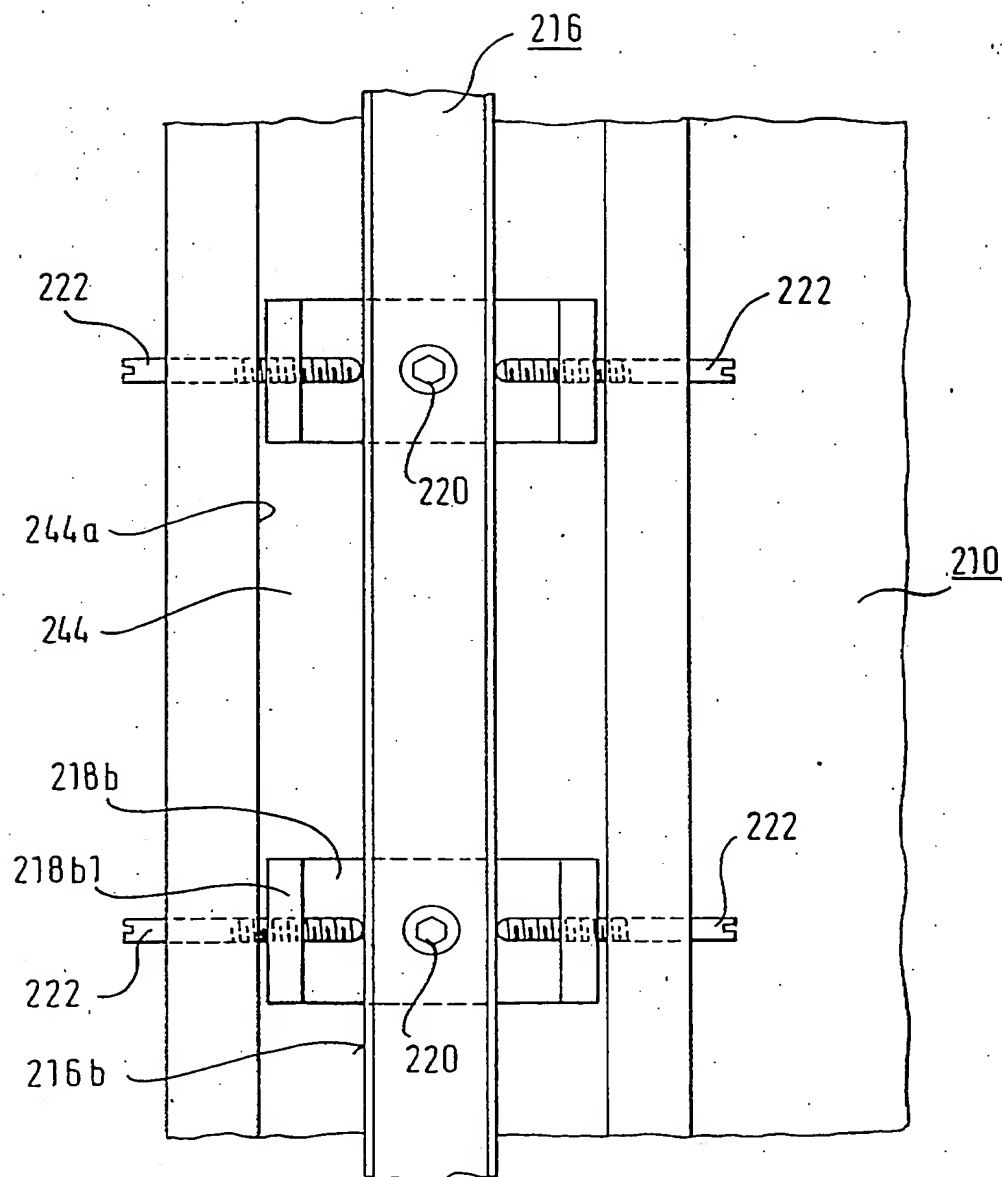


Fig. 6

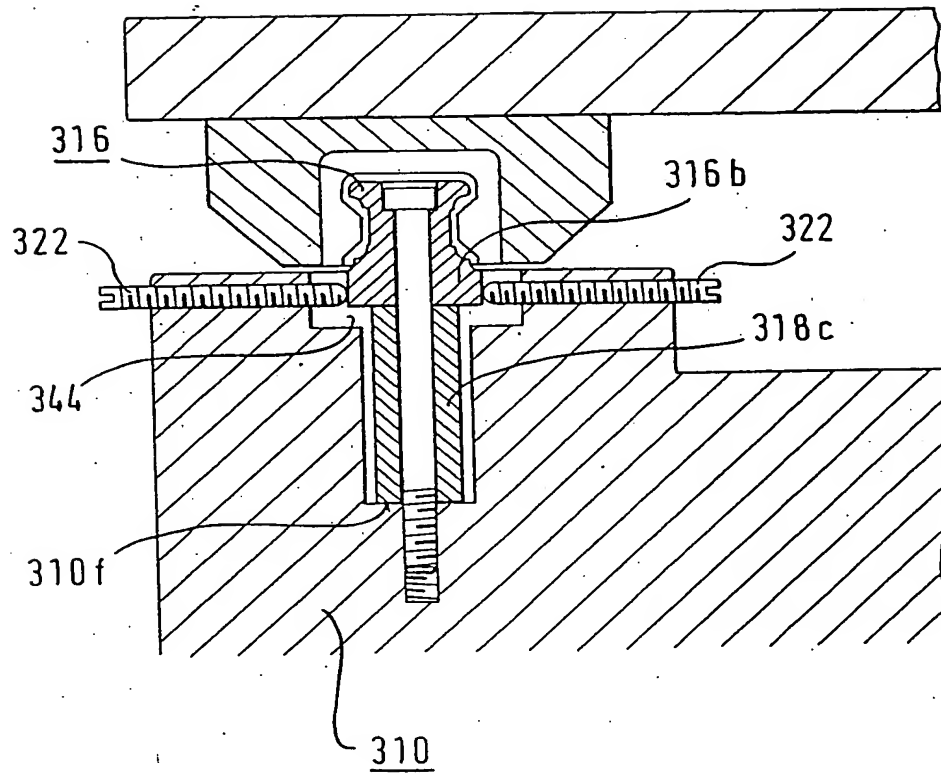


Fig. 7

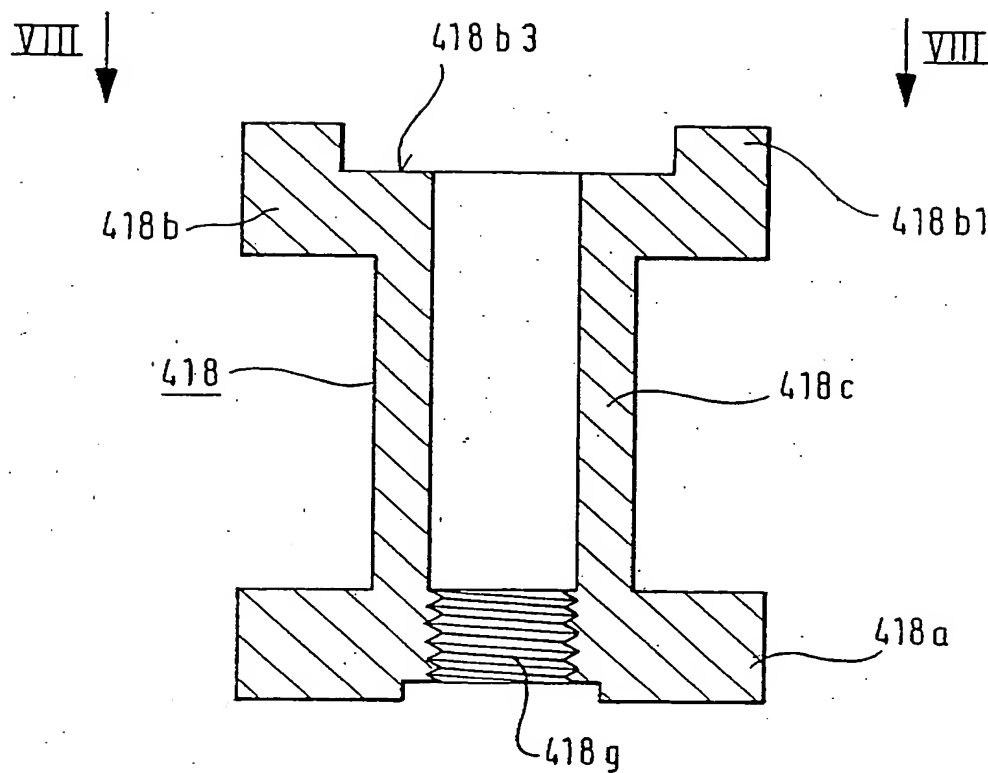


Fig. 8

